

LOS BOSQUES DE MANGLE EN UN GRADIENTE DE SALINIDAD EN LA BAHÍA DE CISPATÁ - BOCA TINAJONES, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA-COLOMBIA¹

Mangrove forests in a salinity gradient at Cispata bay - Boca Tinajones, department of Córdoba-Colombia

DENISSE VIVIANA CORTÉS-CASTILLO

Posgrado en Biología. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495, Bogotá D.C., Colombia. dvcortesc@unal.edu.co

J. ORLANDO RANGEL-CH.

Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495, Bogotá D.C., Colombia. jorangelc@unal.edu.co, jorangelc@gmail.com

RESUMEN

Siguiendo un gradiente de salinidad desde la Bahía de Cispatá hasta Boca Tinajones en el departamento de Córdoba (Colombia), se caracterizó la vegetación según la composición florística y aspectos de la estructura de acuerdo con los lineamientos de la escuela fitosociológica de Braun-Blanquet. La riqueza florística se expresa en 40 especies, 38 géneros y 23 familias. La familia más importante fue Fabaceae con once especies. La vegetación se clasificó en tres (3) alianzas, una de ellas nueva: *Fico dendrocidiae-Rhizophorion manglis* all.nov., y seis (6) asociaciones: *Pelliciero rhizophorae-Rhizophoretum manglis* ass.nov., *Lagunculario racemosae-Conocarpodetum erecti* Peinado et al. 1995, *Lagunculario racemosae-Rhizophoretum manglis* Peinado et al. 1994, *Rhizophoretum manglis* Cuatrecasas 1958, *Priorio copaiferae-Rhizophoretum manglis* ass.nov., y *Annono glabrae-Ficetum dendrocidiae* ass.nov. La distribución diferencial de las especies indica que las variaciones de salinidad del agua y la estabilidad del suelo son los principales factores que condicionan el establecimiento y el desarrollo de la vegetación. En este sentido la vegetación de las alianzas *Lagunculario racemosae-Rhizophorion manglis* y *Rhizophorion occidentalis* se encuentra en lugares con alta salinidad y suelos estables, mientras que la de la alianza *Fico dendrocidiae-Rhizophorion manglis* se establece en lugares con baja salinidad y suelos permanentemente inundados.

Palabras clave. Bosques de mangle, biodiversidad, Caribe colombiano, gradiente de salinidad, fitosociología.

ABSTRACT

Following the phytosociological school of Braun-Blanquet, the vegetation along a salinity gradient, from Cispatá Bay to Boca Tinajones at department of Córdoba (Colombia), was characterized. Floristic richness is represented by 40 species, 38 genera, and 23 families. The most important family was Fabaceae with eleven species.

¹ Contribución derivada del proyecto: Valoración de la biodiversidad del Caribe colombiano: síntesis del conocimiento y servicios ambientales (captura de CO₂)

Vegetation was classified in three (3) alliances, one of them new: *Fico dendrocidiae-Rhizophorion manglis* all.nov.; six (6) associations: *Pelliciero rhizophorae-Rhizophoretum manglis* ass.nov., *Lagunculario racemosae-Conocarpodetum erecti* Peinado *et al.* 1995, *Lagunculario racemosae-Rhizophoretum manglis* Peinado *et al.* 1994, *Rhizophoretum manglis* Cuatrecasas 1958, *Priorio copaiiferae-Rhizophoretum manglis* ass.nov., and *Annono glabrae-Ficetum dendrocidiae* ass.nov. The differential distribution of the species indicates that salinity of water and soil stability are the main factors influencing the establishment and development of vegetation. In this sense, vegetation of the *Lagunculario racemosae-Rhizophorion manglis* alliance is located in places with high salinity and stable soil, while *Fico dendrocidiae-Rhizophorion manglis* and *Rhizophorion occidentalis* alliances are found in places with low salinity and soils permanently flooded.

Key words. Mangrove forests, biodiversity, Caribbean region, salinity gradient, phytosociology.

INTRODUCCIÓN

Los manglares constituyen un complejo de ecosistemas boscosos, caracterizados por ubicarse en litorales tropicales y subtropicales (Walsh 1974) sobre sitios planos, suelos fangosos y aguas relativamente tranquilas en bahías, estuarios, lagunas costeras, ensenadas y esteros (Sánchez-Páez *et al.* 2000a). En la composición florística de las fitocenosis figuran varias especies de árboles denominados mangles que tienen diferentes tolerancias a la salinidad (Kathiresan 2005). Desde la costa, el manglar puede penetrar hacia el interior, siguiendo el curso de los ríos hasta donde las características del medio acuático, la consolidación del sustrato y la competencia con la vegetación de agua dulce se lo permiten. Se localizan en sectores donde las condiciones se caracterizan por temperaturas altas y constantes; normalmente están restringidos a latitudes entre los 30° norte y 30° sur (West 1956, Kathiresan 2005); aun así, existen formaciones de manglar en zonas que exceden estos límites latitudinales (Bermudas y Japón al norte; Nueva Zelanda, Australia y Sudáfrica al Sur), generalmente debido a factores ambientales locales como la corriente cálida del mar, la tensión de la salinidad y la acción del oleaje (Choudhury 1996).

En América, los manglares se localizan desde el Sur de Estados Unidos en el estado de Florida (29°53'Norte) hasta el Sur de Brasil (25°30'Sur) en la costa Atlántica y desde México (30°15'Norte) hasta Perú (en el estuario de Río Tumbes 3°40'Sur) en la costa Pacífica (Prah 1990, Yáñez & Lara 1999, Sánchez-Páez *et al.* 2004). La superficie total de los manglares de América es de aproximadamente 4 133 216 hectáreas (41 332 km²), de las cuales América del Norte y Centro América, con las islas del Caribe suman 2 102 886 hectáreas y América del Sur cubre 2 030 330 hectáreas (Sánchez-Páez *et al.* 2004).

En Colombia, los manglares cubren aproximadamente 371 000 hectáreas, de las cuales 283 000 se localizan en la costa Pacífica y 88 000 en la costa Caribe (Sánchez-Páez *et al.* 2000b). El desarrollo de los manglares en el Caribe colombiano se da en estrechas franjas inundables (Prah 1990) que se extienden desde el Golfo de Urabá (Antioquia) hasta Bahía Turkakas en la alta Guajira (Monroy-C. 2000). Los bosques de mejor desarrollo se presentan en el departamento de Córdoba, mientras que los del delta-exterior del río Magdalena (hacia la Isla de Salamanca y la Ciénaga Grande de Santa Marta) se consideran los de mayor extensión (Prah 1990, Botero & Mancera 1996, Monroy-C. 2000). Además

de las áreas continentales aparecen manglares en la Isla Fuerte, el Archipiélago de San Bernardo, la Isla de Tierra Bomba, las Islas del Rosario y en San Andrés y Providencia, estos últimos son los que cuentan con la menor cobertura, apenas 197.3 hectáreas (Yáñez & Lara 1999).

Entre los primeros estudios realizados en los manglares de Colombia incluyendo a los del Caribe, figuran los de Cuatrecasas (1958) en torno a la composición florística y a la descripción de rasgos ecológicos asociados a estos ambientes. Posteriormente los trabajos se enfocaron principalmente hacia la zonificación de los manglares del Caribe y al diseño de estrategias y lineamientos para el manejo sostenible y la conservación de estos ecosistemas (Sánchez-Páez *et al.* 1997, Sánchez-Páez *et al.* 2000a, Sánchez-Páez *et al.* 2000b). Trabajos en fenología, dinámica y regeneración de los manglares fueron realizados por Ulloa *et al.* (1998); estudios relacionados con el cambio en la estructura de la vegetación por efecto de la salinidad intersticial fueron realizados por Rivera-Monroy *et al.* (2006) para los manglares de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Específicamente para el área de estudio, se destacan los aportes de Olaya-Hernández (1991) en donde se presenta una zonificación de los manglares de Bahía de Cispata, así como el análisis del aprovechamiento de los recursos forestales y el de Sánchez-Páez *et al.* (2005), que consistió en el diseño de un plan de manejo integral de la zona de uso sostenible.

Los bosques de mangle del departamento de Córdoba son los terceros en extensión para la región Caribe de Colombia y comprenden los sectores de la antigua y nueva desembocadura del río Sinú en los municipios de San Antero y San Bernardo del Viento. El área del presente estudio se

ubica entre la Bahía de Cispata y la zona de Boca Tinajones y comprende los bosques de mangle y los bosques inundables (bosques estuarinos), asociados al gradiente de salinidad (desde la orilla del mar -sectores salobres- hacia el río -sectores de agua dulce-).

Desde el punto de vista geológico, el área de estudio se encuentra ubicada en un territorio de gran complejidad estructural, en donde convergen las placas de Suramérica y del Caribe, que en el Terciario produjeron las dos provincias estructurales más importantes de la zona: El cinturón del Sinú, localizado en la parte oeste de la zona costera y el cinturón de San Jacinto, que se encuentra hacia el este (Sánchez-Páez *et al.* 2005). Las unidades geomorfológicas identificadas en el área tienen diferente origen e incluyen geoformas fluviales, marinas y deltaicas. El perfil del suelo decrece desde la orilla del río o del mar hacia el interior de los bosques, donde se pueden formar leves depresiones con aguas estancadas (Olaya *et al.* 1991). Las condiciones físico-químicas del agua en caños y ciénagas varían en las épocas de lluvia, tornándose salobres durante el periodo seco.

El patrón de distribución de la precipitación, es de tipo unimodal-biestacional con un monto anual de 1337.4 mm y un periodo lluvioso que comprende desde mayo hasta noviembre y coincide con el aumento del caudal del río Sinú. El clima según la clasificación de Thornthwaite es semiseco con ligero o sin superávit de agua en la época de verano, los valores de evapotranspiración potencial del periodo seco indican una deficiencia de agua de 515.8 mm que se hace notoria en febrero (Rangel & Arellano 2010). La temperatura promedio anual es de 28°C, oscila entre 32.9°C en el mes de mayo y 26.7°C en abril (Sánchez-Páez *et al.* 2005).

Los ensambles de vegetación que se encuentran son relativamente recientes, ya que la zona de estudio estuvo sujeta a los cambios de curso que experimentó el río Sinú en los últimos siglos. Palacios (2011) en su estudio paleoecológico, encontró que los manglares de la zona son de establecimiento reciente (menores a 2000 años). En la parte más antigua del sedimento de la bahía, la señal de polen que se encontró se asocia con varios tipos de vegetación actualmente frecuentes en las ciénagas del Caribe (Rangel *et al.* 2010). Los fenómenos de intrusión de las aguas marinas y la salinización de los suelos incidieron fuertemente en la composición y distribución actual de la vegetación y de la flora del lugar. Sumado a esto, estudios realizados en sistemas cenagosos del departamento y en áreas aledañas han mostrado que existe un grado considerable de similitud entre las biotas cordobesa y del Chocó biogeográfico, que hace pensar en Córdoba como un ecotono entre ambientes secos del Caribe y húmedos del Chocó (Rangel *et al.* 2010, Avella & Rangel, en imprenta).

En el presente estudio se caracterizó la vegetación a lo largo del gradiente de salinidad (desde la orilla del mar hacia la entrada del río Sinú) en la bahía de Cispatá en el departamento de Córdoba (Fig. 1) y se relacionaron de manera preliminar los cambios en las unidades de vegetación con condiciones de salinidad ya que todavía no se tienen suficientes datos en conductividad y salinidad intersticial para poder establecer de manera contundente su relación con los cambios en la vegetación.

METODOLOGÍA

La elección de los puntos de muestreo se realizó desde la orilla del mar (sectores salobres) hacia el río Sinú (sectores de

agua dulce), con el objetivo de obtener un transecto que describiera el gradiente de salinidad. Una vez delimitados los puntos de muestreo, se realizaron levantamientos (parcelas) de 500 m², área recomendada por Rangel & Velásquez (1997) para el trabajo en bosques de tierras bajas. En total se realizaron 28 levantamientos de 500 m², 4 de 300 m², 2 de 400 m² y 1 de 200 m², equivalentes a 1.62 ha entre los municipios de San Antero y San Bernardo del Viento. En cada levantamiento se elaboró un inventario de las especies presentes. Adicionalmente, se tomó información de localidad, coordenadas, altitud, fecha, número de parcela (letra S), cobertura del dosel, porcentaje estimado de hojarasca en el suelo. Los atributos de campo que se evaluaron en la vegetación fueron diámetro a la altura del pecho (DAP), cobertura (m²), altura total (m). De todas las especies inventariadas se tomaron muestras botánicas bajo el código de colección DVC (Denisse Viviana Cortés) para su identificación en el Herbario Nacional de Colombia (COL), reconocido en el Index Herbariorum donde igualmente se depositaron.

Así mismo, se tomaron muestras de suelo en cada levantamiento, equivalentes a un kilogramo, con el fin de analizar las características físico-químicas básicas que fueron evaluadas en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional. Se realizaron mediciones de la conductividad en los cuerpos de agua aledaños a los puntos de muestreo al ser éste un parámetro indicativo de la salinidad con un Multiparámetro HI-98129. En la mayoría de los sectores, la toma de los datos de conductividad se hizo en dos épocas del año, ya que el régimen de lluvias puede afectar éste parámetro.

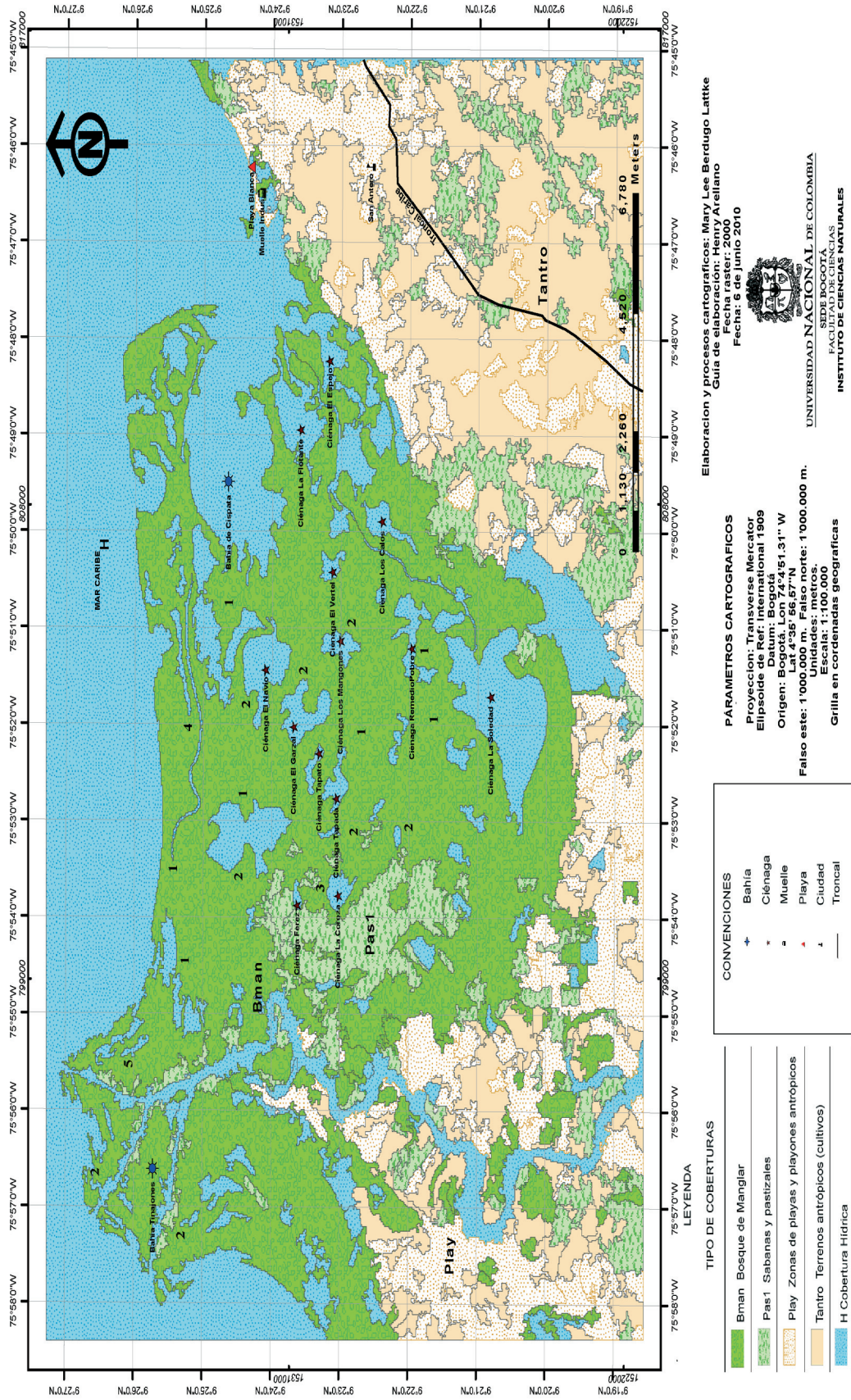


Figura 1. Mapa del área de estudio. Los números indican la cantidad de levantamientos realizados en cada sector. El color azul indica levantamientos en bosques estuarinos, el color fucsia es para bosques de mangle.

En las tablas de composición florística de las unidades de vegetación, los valores de cobertura (%) en cada levantamiento corresponden al estrato donde la especie presentó el valor máximo. Para el cálculo de la cobertura relativa (%), se siguieron los planteamientos de Rangel & Velásquez (1997). Los estratos se determinaron teniendo en cuenta a Rangel & Lozano (1986), así: Arbóreo inferior (Ai) 25-12 m, Arbolito o subarbóreo (Ar) 12-5 m, Arbustivo (ab) 5-1,5 m y Herbáceo (h) 1,5-0,25 m. Otro parámetro que se tuvo en cuenta fue el Índice de Valor de Importancia que se calculó usando la fórmula propuesta por Cottan & Curtis (1956) y Finol (1976) $I.V.I = \text{Densidad relativa (\%)} + \text{Dominancia relativa (\%)} + \text{Frecuencia relativa (\%)}$. Para mayor detalle del uso de éste índice en el Caribe colombiano se puede consultar a Rangel *et al.* (2009). Se estimó la riqueza de especies para cada una de las asociaciones o diversidad alfa, mediante la fórmula, Riqueza de especies de cada asociación = número de especies / unidad de área (m²); de esta manera, fue posible comparar la riqueza entre unidades que incluyeron inventarios de diferente área.

La definición de las unidades de vegetación se realizó con base en los planteamientos de la escuela fitosociológica de Braun-Blanquet (1979), teniendo en cuenta también algunas aportaciones de investigadores nacionales como Rangel *et al.* (2010). Se utilizó el método automatizado TWINSpan con el programa PC-ORD para generar la matriz fitosociológica. Los nombres de las categorías fitosociológicas se designaron siguiendo el Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Weber *et al.* 2000, traducción oficial Izco & Del Arco, 2003).

RESULTADOS

Composición florística

La base de datos presenta un total de 3843 registros que corresponde a 35 levantamientos, éstos incluyen información sobre 23 familias, 38 géneros y 40 especies.

Sintaxonomía-arreglo fitosociológico

En un área muestreada de 16200 m² (1.62 ha) que abarca localidades de dos municipios, la vegetación se clasificó en tres (3) alianzas y seis (6) asociaciones que se adscribieron a dos órdenes y una clase. Las formaciones vegetales establecidas para el sector de Bahía Cispatá y Boca Tinajones se pueden definir en dos grandes grupos:

-Bosques de mangle: vegetación de porte arbóreo con elementos que superan 12 m de altura; se desarrollan en sectores del litoral, ciénagas y bordeando caños de agua salada. Las especies dominantes son *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*. En este grupo también se incluyen a los bosques dominados por *Conocarpus erectus* y *Pelliciera rhizophora*.

-Bosques estuarinos: vegetación de porte arbóreo con elementos que no superan los 10 m de altura, se desarrollan sobre suelos inestables en zonas circundantes a las ciénagas sin entrada directa de agua salada. Las especies dominantes son *Clathrotopis macrocarpa*, *Ficus dendrocida*, *Prioria copaifera* y *Montrichardia linifera*.

El arreglo sintaxonómico tentativo es el siguiente:

Clases: Rhizophoro-Avicennietea germinantis Borhidi & Del Risco, in Borhidi 1991 (sensu Reyes & Acosta 2007) ó Rhizophoro manglis-Laguncularietea racemosae Peinado *et al.* 1995

Orden: Rhizophoro manglis-Laguncularietalia racemosae Peinado *et al.* 1995

Alianza *Lagunculario racemosae-Rhizophorion manglis* Peinado *et al.* 1995

Lagunculario racemosae-Rhizophoretum manglis Peinado *et al.* 1994

Pelliciero rhizophorae-Rhizophoretum manglis Cortés & Rangel *ass. nov*

Lagunculario racemosae-Conocarpodetum erecti Peinado *et al.* 1995; enmendó Cortés & Rangel en esta contribución

Orden Rhizophoretalia Cuatrecasas 1958

Alianza Rhizophorion occidentalis Cuatrecasas 1958 (sensu Reyes & Acosta 2007)

Rhizophoretum manglis Cuatrecasas 1958

Clase y orden no definidos

Alianza: *Fico dendrocidae-Rhizophorion manglis* Cortés & Rangel *all. nov*

Typus *Priorio copaífera-Rhizophoretum manglis* Cortés & Rangel *ass. nov*

Annono glabrae-Ficetum dendrocidae Cortés & Rangel *ass. nov*

Alianza *Lagunculario racemosae-Rhizophorion manglis* Peinado *et al.* 1995

Número de levantamientos: 26

Tabla 1

Composición florística. En la zona de estudio, la especie exclusiva de esta alianza es *Pelliciera rhizophora*; como especies selectivas se encuentran a *Acrostichum aureum* y *Samanea saman*; como especies

acompañantes figuran *Ficus bullenii*, *Terminalia catappa*, *Gliricidium sepium*, *Maclura tinctoria* y *Paullinia fuscenscens*. Solamente se encontró una especie epifítica, *Tillandsia flexuosa*. Entre las especies características-dominantes figuran *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

Fisionomía. En la alianza se reúne vegetación boscosa, conformada principalmente por manglar de borde. Las ramas superiores con hojas medianas se entrecruzan en el dosel generando una cobertura cercana al 70%; las ramas de altura media se mezclan con elementos trepadores, como *Blepharodon mucronatum*, *Solanum jamaicense*, *Mesechites trifida* y *Sarcostema aff. glaucum*. En estos bosques se diferencian cuatro estratos, herbáceo, arbustivo, de arbolitos y arbóreo inferior. Los valores más altos de cobertura se presentan en los estratos de arbolitos y arbóreo inferior, las especies dominantes son *Rhizophora mangle* (33 estrato arbolitos y 17% estrato arbóreo inferior), *Laguncularia racemosa* (10 y 9% respectivamente) y *Avicennia germinans* (9 y 8% respectivamente). El estrato arbustivo presenta una cobertura baja (6.1%) con dominio de *R. mangle* 3% y *Conocarpus erectus* 1%. En el estrato herbáceo domina el helecho *Acrostichum aureum* 1.4% de cobertura, aunque también se presentan otras especies como *Eclipta prostrata*, *Wedellia calycina* con coberturas inferiores al 2%.

Distribución y ecología. La vegetación se establece entre los 4 y los 10 m. El bosque se ubica principalmente en la zona de litoral, en sectores con alta influencia de las mareas o en terrenos circundantes a los cursos de agua, con suelos permanentemente encharcados. Los sectores que presentan esta vegetación son: Departamento de Córdoba: Municipio de San Antero (Ciénaga Navío, Ciénaga La Zona, Ciénaga Garzal, Caño Palermo, Ciénaga el Tábano, Caño Lobo), San Bernardo del Viento (Ciénaga Mireya, Caño Corea, Ciénaga Corea). Los suelos

presentan un pH promedio de 4.8 que se interpreta como un suelo fuertemente ácido, el contenido de materia orgánica (CO%) fue de 14% y de Sodio (Na meq/100g) 124. La textura es Franco Limosa (FL), predomina el Limo con 56%, seguido de la Arena 24% y la Arcilla 20%. La conductividad registrada en estos sectores se encuentra entre los 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la época de lluvias y hasta 36 200 μS en el periodo seco (tabla 6).

***Pelliciera rhizophorae* -*Rhizophoretum manglis* ass. nov.**

Typus: S-24

Numero de levantamientos: cuatro (4)

Tabla 1

Composición florística. Se diferencia a *Pelliciera rhizophora* como la especie exclusiva de esta asociación. Las especies dominantes son *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle* y como acompañante se encuentra *Acrostichum aureum*.

Fisionomía. Bosque de ribera en el sector de Caño Salado, con elementos arbóreos de 13 m de altura y emergentes de 15 m; dosel no homogéneo, con copas altamente ramificadas. En el paisaje general, resaltan las raíces zanconas de algunos elementos (figura 2). El estrato arbóreo inferior presenta pocos individuos (36) y dominan en cobertura *Rhizophora mangle* 25% y *Avicennia germinans* 5%. El estrato de arbolitos tiene la mayor cobertura y se encuentra representado principalmente por individuos de *Pelliciera rhizophora* 18% y *Laguncularia racemosa* 1%. En el estrato herbáceo aparece *Acrostichum aureum* 1.5%, así como elementos de la regeneración de *P. rhizophorae*.

Distribución y ecología. La vegetación de este tipo se encuentra representada en: Departamento de Córdoba: Municipio San Antero (Caño Salado). Debido a que se encuentra en la Zona de Preservación, no se evidencia intervención antrópica de ningún tipo. Los suelos son semiencharcados, con

una cobertura de hojarasca cercana al 70% y la conductividad en la época de lluvias oscila entre 2.07 y 7.19 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que en la época seca se registraron niveles de 25 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (tabla 6).

Laguncularia racemosae*-*Conocarpodetum erecti Peinado *et al.* 1995; enmendó Cortés & Rangel en esta contribución.

Numero de levantamientos: 5

Tabla 1

Composición florística. Especie característica de esta asociación es *Conocarpus erectus* cuya distribución se restringe a sectores de transición entre la playa y el interior del bosque. Entre las especies dominantes figura *Laguncularia racemosa*.

Fisionomía. Reúne vegetación boscosa y de matorral, en sectores de transición entre la playa y el bosque. La vegetación boscosa presenta un dosel discontinuo y elementos arbóreos que se ramifican a los pocos metros del suelo. El estrato de arbolitos, con un gran número de individuos (241) domina en cobertura y se encuentra representado por *Laguncularia racemosa* 10%, *Avicennia germinans* 9% e *Hippomane mancinella* 3%. Los estratos arbóreo inferior (con 6 individuos) y arbustivo (con 237 individuos) se encuentran representados por *Conocarpus erectus* 4% y *Rhizophora mangle* 1%.

Distribución y ecología. La vegetación de este tipo se encuentra en sectores estuarinos, de playa o bordeando ciénagas hacia la actual desembocadura del río Sinú; Departamento de Córdoba: Municipio de San Bernardo de Viento (Ciénaga Corea, Boca Mireya, Vereda Chiqui, Vereda Camino Real). Los sitios presentan signos evidentes de intervención antrópica, relacionados principalmente con la expansión de la frontera agrícola y la extracción de productos forestales (se destaca la entresaca de *Conocarpus erectus*). Los suelos presentan una textura franco-arenosa y son propensos a inundarse en la

época de lluvias (de mayo a noviembre). La conductividad registrada para estos sectores es la más alta y oscila entre 18 200 y 36 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (tabla 6), ya que hacia la nueva desembocadura, la vegetación de este tipo se encuentra fuertemente influenciada por las mareas.

Sintaxonomía. Esta asociación originalmente adscrita a la alianza *Lagunculario racemosae-Avicennia germinantis* Peinado *et al.* 1995, se transfiere a la alianza *Lagunculario racemosae-Rhizophorion manglis* Peinado *et al.* 1994. Como se nota en la tabla 1 de Peinado *et al.* (1995), la asociación *Lagunculario racemosae-Conocarpodetum erecti* Peinado *et al.* 1995, enmendó Cortés & Rangel en esta publicación, se caracteriza por el dominio en cobertura de *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y valores bajos de *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*. Aunque en nuestra tabla de vegetación, *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* presentan valores altos de cobertura, contrario a las cifras que aparecen

en la tabla 1 de Peinado *et al.* (1995), los valores exhibidos por *L. racemosa* justifican en nuestro concepto la transferencia.

Lagunculario racemosae-Rhizophoretum manglis Peinado *et al.* 1994.
Número de levantamientos: 17
Tabla 2

Composición florística. Esta asociación tiene como especies dominantes a *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*; especies acompañantes son *Tabebuia rosea* y *Acrostichum aureum*.
Fisionomía. Manglar de borde con 227 individuos en el estrato arbóreo inferior, en donde se destacan *Rhizophora mangle* 35% y *Laguncularia racemosa* con 30% de cobertura. En el estrato de arbolitos dominan *Rhizophora mangle* 60% y *Avicennia germinans* 30%; y en el estrato arbustivo *Rhizophora mangle* con 6.2% de cobertura. *Acrostichum aureum* fue la única especie registrada para el estrato herbáceo con 4% de cobertura.

Tabla 1. Composición florística de la alianza *Lagunculario racemosae-Rhizophorion manglis*.

Levantamiento N°	S 27	S 30	S 31	S 28	S 5	S 6	S 24	S 25	S 1
Altura m.s.n.m	1	7	10	9	1	1	4	14	0
Área m²	300	500	500	500	500	500	500	500	500
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) prom.	9070	18110	18110	9064	9063	12504	12504	12501	12501

Cobertura %

Especies características de la alianza *Lagunculario racemosae-Rhizophorion manglis*

<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C. F. Gaerth	12,4	3,75	14,2	16,1	4,2	0,9	2,5	11,2
<i>Rhizophora mangle</i> L.			6,4	16,8	49,5	38,2	32,7	66,1
<i>Avicennia germinans</i> (L.)L.			23,4	22,5	11,9	13,6	5,4	

Especies características de la asociación *Lagunculario racemosae-Conocarpodetum erecti*

<i>Conocarpus erectus</i> L.	8,58	5,85	12,2	4,3	2,1
<i>Hippomane mancinella</i> A. Juss. ex. Spach					16,2

Especies características de la asociación *Pellicierio rhizophorae-Rhizophoretum manglis*

<i>Pelliciera rhizophorae</i> Planch & Triana	14,7	28,17	32,9	3,4
<i>Acrostichum aureum</i> L.	1,4			

Tabla 2. Composición florística de la asociación *Lagunculario racemosae-Rhizophorion manglis*.

Levantamiento N°	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 16	S 17	S 18	S 19	S 29	S 15	S 21	S 3	S 8	S 20	S 26
Altura m.s.n.m	11	69	3	8	13	0					7	33		2	9		6
Área m²	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	400	500	500	400	500
Conductividad (µS/cm) prom.	1003	16260	16257	17607	1000	12504	16260	16260	16260	16010	6618	4155	10610	10603	12500	9160	10610

Cobertura %

Especies características de la alianza *Lagunculario racemosae-Rhizophorion manglis*
y de la asociación *Lagunculario racemosae-Rhizophoretum manglis*

<i>Rhizophora mangle</i> L.	39,8	94,7	90,8	88,4	43,2	0,6	41,7	42,1	37,1	28,7	18,1	58,4	4,62	64,9	36,4		
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C. F. Gaerth	50,4	4,6	2	0,6	67,1	94,6	4,1	0,4	6,6	6,7	16,2	9,3	4,8	13,2	31,6	14,8	0,2
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	3,4	4,8	7,8	26,8	17,7	7,9	6,6	0,9	7,2	69,1	16,8	47,7	18,6			24,4	69,4
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) A. DC.													2,0			0,4	
<i>Acrostichum aureum</i> L.													3,9				
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.												2					
<i>Mesechites trifida</i> (Jacq.) Müll. Arg.												6					
<i>Blepharodon mucronatum</i> (Schltdl) Decne			2									2		7			
<i>Paullinia fuscescens</i> Kunth																	
<i>Tillandsia flexuosa</i> Sw.			4														
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.						2					2					5	
<i>Ficus bullenii</i> Johnst..																1	
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don. ex Steud																3	
<i>Terminalia catappa</i> L.																	5
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.																	
<i>Wedelia calycina</i> Rich.						3											
<i>Sarcostema aff. glaucum</i> Kunth													1				
<i>Solanum jamaicense</i> Mill.						1							2				

Distribución y ecología. La vegetación de este tipo se encuentra representada en: Departamento de Córdoba- Municipio de San Antero (Ciénaga Navío, Ciénaga La Zona, Ciénaga Garzal, Caño Palermo, Ciénaga El Tábano, Caño Lobo) y San Bernardo (Caño soldado, Boca Mireya). Los suelos presentan un pH de 4.6, contenido de materia orgánica (CO%) 9.29 y de Sodio 3.68 (meq/100g). Tienen una textura Franca (F), predomina la Arena (46%), seguida por el Limo (42%) y la Arcilla (12%). La conductividad registrada tuvo un máximo de 35200 µS/cm en época seca y un mínimo de 0.23 en época de lluvias (tabla 6).

Sintaxonomía. Esta asociación guarda semejanza en su composición florística con la asociación *Avicennia germinantis-Rhizophoretum manglis* Reyes & Acosta 2007, manglares en áreas dispersas de costas cenagosas y en esteros con corriente fuerte. Sin embargo, en los manglares cubanos, no aparecen registros de *Laguncularia racemosa*, especie que por el contrario caracteriza a nuestra fitocenosis.

Alianza *Rhizophorion occidentalis* Cuatrecasas 1958.

***Rhizophoretum manglis*.** Cuatrecasas 1958. Número de levantamientos: 2

Tabla 3

Composición florística. La única especie que se presenta en esta asociación es *Rhizophora mangle*.

Fisionomía. Bosque de borde con dominancia absoluta de *Rhizophora mangle*, si bien esta asociación presenta los estratos arbóreo inferior, de arbolitos y arbustivo su fisionomía no es muy compleja, al tratarse de un bosque monoespecífico.

Distribución y ecología. La vegetación de este tipo se encuentra en: Departamento de Córdoba- Municipio de San Antero (Ciénaga Navío, Caño Salado). Suelos inestables, permanentemente inundados y con alta influencia de las mareas. La conductividad

registrada para esta asociación va desde 2500 a 2.07 µS/cm (tabla 6).

Tabla 3. Composición florística de la asociación *Rhizophoretum manglis*.

Levantamiento N°	S 2	S 4
Altura m.s.n.m	11	0
Área m²	500	500
Conductividad (µS/cm) prom.	12501	10603

	Cobertura %	
Especies características de la asociación		
<i>Rhizophoretum manglis</i>		
<i>Rhizophora mangle</i> L.	68,2	37

Clase y orden no definidos

Alianza *Fico dendrociidae-Rhizophorion manglis* all. nov.

Typus: *Prioria copaiifera-Rhizophoretum manglis*

Número de levantamientos: 7

Tabla 4

Composición. Especies exclusivas de la vegetación de esta alianza son *Clathrotropis macrocarpa*, *Montrichardia linifera*, *Melothria pendula*, *Annona glabra*, *Ficus bullenii*, *Malmea anomala*, *Myrcia* sp., *Neea* sp., *Prioria copaiifera*, *Casearia* aff. *aculeata*, *Erythrina fusca*, *Crescentia cujete* y *Cucumis melo*. Especies preferentes son *Mussatia hyacinthina* y *Ficus dendrociidae*; como especies acompañantes figuran *Gliricidia sepium*, *Samanea saman*, *Inga* aff. *alba*, *Mesechites trifida*, *Dalbergia brownei*, *Tabebuia rosea* y *Solanum* sect. *micracantha*. En la vegetación de la alianza, las especies son principalmente de ambientes semi-inundados y ciénagas, aunque también se presentan elementos halófitos de amplia valencia ecológica como *Rhizophora mangle*, *Acrostichum aureum* y el bejuco *Paullinia fuscescens*.

Fisionomía. Esta alianza recoge vegetación boscosa de formaciones de humedales (ciénagas) y zonas inundables; los troncos en la mayoría de los elementos arborecentes

son de porte delgado y alcanzan los 12 m de altura. El estrato arbóreo inferior es de cubrimiento bajo aportado por *Rhizophora mangle* con 19% de cobertura; por el contrario, el estrato de arbolitos alcanza mayor vigor destacándose *Ficus dendrocida* 5% y *Clathrotropis macroparca* 1.4%. En el estrato arbustivo se presentan *Montrichardia linifera* 4.7% y *Ficus dendrocida* 3.5%. En el estrato herbáceo se encuentran elementos de la regeneración del bosque, así como helecho *Acrostichum aureum* en menor abundancia. Se incluye dentro de esta alianza a la asociación *Annono glabrae-Ficetum dendrocidae* que presenta una baja representación de *Rhizophora mangle*, *Montrichardia linifera* y *Ficus dendrocidae*. Estudios posteriores en bosques estuarinos deben permitir definir mejor las afinidades corológicas y sintaxonómicas de esta asociación.

Distribución y ecología. La vegetación de este tipo se encuentra representada en: Departamento de Córdoba: Municipio de San Bernardo del Viento (Ciénagas Corozá, Ostional, sector de El Guarumo). Se establece en los márgenes de las ciénagas y cursos de agua dulce (incluyendo caños taponados); los suelos presentan un pH de 4.3, contenido de materia orgánica (CO%) 18.6, probablemente relacionado con la alta cobertura de hojarasca y troncos; estos suelos presentan inundación en los periodos de lluvia. La conductividad mínima registrada fue de 0.15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (tabla 6) en época de lluvias y máxima de 8310 μS en época seca.

Prioria copaiferae-Rhizophoretum manglis
ass. nov.

Typus: S-23

Número de levantamientos: 4

Tabla 4

Composición. Especies exclusivas son *Prioria copaifera*, *Crescentia cujete*, *Inga* cf. *alba*; como especies acompañantes se encuentran a *Ficus dendrocida*, *Montrichardia*

linifera, *Dalbergia brownei*, *Solanum* sp. sect. *micracantha*. Son especies preferentes *Mussatia hyacinthina* y *Clathrotropis macroparca*.

Fisionomía. Bosque ralo con individuos que alcanzan los 12 m de altura. En el estrato arbóreo inferior se encuentra a *Rhizophora mangle* con 35% de cobertura, en el estrato de arbolitos a *Prioria copaifera* 10%, *Tabebuia rosea* 3.7%, *Ficus* sp. 3%, *Myrcia* sp. 2.4%; en el estrato arbustivo *Ficus dendrocida* 1.6% y *Montrichardia linifera* 1.7% y en el herbáceo al helecho *Acrostichum aureum* con 11% de cobertura.

Distribución y ecología. La vegetación de este tipo se encuentra representada en: Departamento de Córdoba: Municipio San Bernardo del Viento (Ciénagas Ostional y Ciénaga La Corozá). El suelo tiene una textura Franco arenosa (FA), con predominio de Arena 62%, Limo 26% y Arcilla 10%. La conductividad mínima registrada para esta asociación fue de 1550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (tabla 6).

Annono glabrae-Ficetum dendrocidae *ass. nov.*

Typus: S-32

Número de levantamiento: 3

Tabla 4

Composición. Especies exclusivas de esta asociación son *Erythrina fusca*, *Annona glabra*, *Malmea anómala* y *Casearia* aff. *aculeata*. Como especies acompañantes se encuentran a *Bactris guineensis*, *Clathrotropis macroparca*, *Ficus dendrocida* y *Montrichardia linifera*.

Fisionomía. Bosquete con elementos arbóreos que no superan los 10 m de altura, los troncos son de gran porte en algunos individuos y además presentan estructuras espinosas en la corteza. La ramificación de los troncos se da a los pocos metros del suelo y el dosel es discontinuo, presentando una cobertura del 60%. El estrato arbóreo inferior se encuentra representado por un solo individuo de *Erythrina fusca* con

cobertura de 0.4%, el estrato de arbolitos se encuentra dominado por *Erythrina fusca* 7.3%, *Ficus dendrocida* 6.9% y *Annona glabra* 3.7%. En el estrato arbustivo se encuentran *Montrichardia linifera* 8.8 % y *Ficus dendrocida* 5.8% de cobertura.

Distribución y ecología. La vegetación de este tipo está representada en: Departamento de Córdoba: Municipio San Bernardo del Viento (Ciénaga La Coroza y sector

El Guarumo). Se establece sobre terreno con depresiones que puede sufrir proceso de inundación en la época de lluvias. La cobertura de hojarasca en el suelo es alta (70% aproximadamente). En ocasiones esta vegetación se observa al margen de caños cerrados o madres viejas de agua dulce únicamente. La conductividad máxima registrada para este tipo de vegetación fue de 1467 μ S en época seca (tabla 6).

Tabla 4. Composición florística de la alianza *Fico dendrocidiae-Rhizophorion manglis*.

Levantamiento N°	S 22	S 34	S 35	S 23	S 7	S 33	S 32
Altura m		41	1		5	5	2
Área m²	300	500	300	300	200	500	500
Conductividad (μ S/cm) prom.	4155	776	575	4155	734	600	600

Cobertura %

Especies características de la alianza *Fico dendrocidiae-Rhizophorion manglis*

<i>Ficus dendrocida</i> Kunth.	6,5	3,6	1,5	5,7	37,2	1,8	
<i>Rhizophora mangle</i> L.	31,6	46,3	50,8	47,6	10,5		
<i>Montrichardia linifera</i> (Arango) Schott		1	6,5			5,8	13,8
<i>Clathrotropis macrocarpa</i> Ducke		0,9	4	1,3		3,1	
<i>Acrostichum aureum</i> L.	19,3			22			
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) A. DC.	17,6					2,9	
<i>Solanum micracantha</i> (Dunal.) Dunal.	8						
<i>Dalbergia brownnei</i> (Jacq.) Schinz	7						
<i>Crescentia cujete</i> L.	4						
<i>Melothria pendula</i> L.	1						
<i>Mussatia hyacinthina</i> (Standl.) Sandwith.				7			

Especies características de la asociación *Priorio copaiferae-Rhizophoretum manglis*

<i>Prioria copaifera</i> Griseb.		10,1	0,8	32,1
<i>Myrcia</i> sp. (DVC 253)	1,3	4,3	2,7	0,6
<i>Cucumis melo</i> L.	4			4
<i>Inga</i> cf. <i>alba</i> (Sw.) Wild.		2	2	
<i>Neea</i> sp. (DVC 306)		1	2,8	
<i>Bactris guineensis</i> (L.) H.E. Moore		1	1	

Especies características de la asociación *Annono glabrae-Ficetum dendrocidiae*

<i>Annona glabra</i> L.	5,2	0,7	6,2
<i>Erythrina fusca</i> Lour.			17,7
<i>Malmea anomala</i> (R.E. Fr.) Maas.		0,6	
<i>Cassearia</i> aff. <i>aculeata</i> Jacq.			0,4



Annono glabrae-Ficetum dendrocidiae.



Lagunculario racemosae-Conocarpodetum erecti.



Pelliciero rhizophorae-Rhizophoretum manglis.



Priorio copaiferae-Rhizophoretum manglis.



Lagunculario racemosae-Rhizophoretum manglis.



Rhizophoretum manglis.

Figura 2. Aspectos de las asociaciones vegetales caracterizadas en la zona de estudio. Fotos: D. Cortés.

SINECOLOGÍA

Riqueza

El valor más alto en número de especies para los estratos arbóreo inferior y arbolitos se encontró en la alianza *Fico dendrocidæ-Rhizophorion manglis*, doce especies en el estrato arbóreo inferior y cuatro en el de arbolitos, en los sitios con vegetación de esta alianza se registraron los valores más bajos en conductividad. Por otra parte, *Lagunculario racemosæ-Rhizophorion manglis* presentó siete especies en el estrato arbóreo inferior y cinco en el estrato de arbolitos. A nivel de asociación, *Prioria copaiferae-Rhizophoretum manglis* tuvo el mayor número de especies (ocho y tres) mientras que *Rhizophoretum manglis* presentó el valor más bajo con una sola especie.

Estructura

La asociación *Lagunculario racemosæ-Rhizophoretum manglis* mostró el valor más alto en número de individuos (1102), el más bajo se registró en la asociación *Annono glabrae-Ficetum dendrocidæ* (71). En general, los valores por debajo del promedio (345) son predominantes. Los valores más altos en número de individuos para el estrato de arbolitos se encontraron en *Lagunculario racemosæ-Rhizophoretum manglis* con 925. En la mayoría de los casos, la especie con el mayor número de individuos fue *Rhizophora mangle* (Cortés, 2011).

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de Valor de Importancia (IVI) mostró a *Rhizophora mangle* como la especie más importante, alcanzando valores hasta de 300 en la asociación *Rhizophoretum manglis*. En la alianza *Lagunculario racemosæ-Rhizophorion manglis* las especies con los valores más altos (tabla 5) fueron *Rhizophora mangle* (127.5), *Laguncularia racemosa* (68.9) y *Avicennia germinans* (66.3); la vegetación

de la alianza *Fico dendrocidæ-Rhizophorion manglis* mostró como especies importantes a *Rhizophora mangle* (86.7), *Ficus dendrocidæ* (39.8), *Prioria copaifera* (33.5) y *Erythrina fusca* (26.5).

Altura del dosel y Área basal (tabla 6)

De acuerdo con los datos recolectados, la altura promedio para los bosques de mangle fue de 8 m, con valores que oscilan entre 5 y 20 m; la ausencia de árboles en estratos superiores puede estar relacionada con factores como la inestabilidad del suelo, salinización del sustrato y también la extracción de recurso maderero. El área basal promedio fue de 6.3 m² (oscilando entre 2.8 a 16 m²); los valores más altos fueron registrados en la asociación *Lagunculario racemosæ-Rhizophoretum manglis* (16 m²), la cual, a pesar de encontrarse en un sector con alta salinidad presentó los bosques mejor desarrollados con elementos de gran porte.

DISCUSIÓN-CONSIDERACIONES FINALES

Composición florística

En el sector de la Bahía de Cispatá y Boca Tinajones, se registraron 23 familias, 38 géneros y 40 especies, distribuidas en dos formaciones vegetales que incluyen a los bosques de mangle y al bosque estuarino alrededor de las ciénagas. Cuando se cuenta únicamente a las especies arbóreas presentes en las parcelas, se pueden encontrar 15 familias, 20 géneros y 20 especies. En ambos casos, los valores de riqueza que se encontraron son mayores a los que se habían mencionado para el sector en estudios anteriores, en los cuales sólo se mencionaron nueve familias, once géneros y once especies, (Olaya-H *et al.* 1991; Sánchez-Páez *et al.* 2005). Esta diferencia puede estar relacionada con el menor área de estudio abarcada en los estudios mencionados anteriormente y con el nivel de detalle de los mismos.

Tabla 5. Valores del IVI en especies de los estratos arbóreos en las diferentes unidades de vegetación

Especies	UNIDADES DE VEGETACIÓN							
	Asociaciones						Alianzas	
	<i>L. racemosae</i> - <i>C. erecti</i>	<i>P. rhizophorae</i> - <i>R. manglis</i>	<i>L. racemosae</i> - <i>R. manglis</i>	<i>R. manglis</i>	<i>P. copaiferae</i> - <i>R. manglis</i>	<i>A. glabrae</i> - <i>F. dendrocidiae</i>	<i>L. racemosae</i> - <i>R. manglis</i>	<i>F. dendrocidiae</i> - <i>R. manglis</i>
<i>Rhizophora mangle</i>	35	44,6	132	300	90,4	12,4	116,08	53,2
<i>Avicennia germinans</i>	60	26,9	82,5				73	
<i>Laguncularia racemosa</i>	92	85,5	82,3				74,3	
<i>Conocarpus erectus</i>	91						15,02	
<i>Hippomane mancinella</i>	22						3,9	
<i>Pelliciera rhizophora</i>		143					15,9	
<i>Ficus dendrocidia</i>					35,2	56		47
<i>Prioria copaifera</i>					72,2			39,8
<i>Erythrina fusca</i>						72		34,7
<i>Clathrotropis macrocarpa</i>					21,7	31,3		26,5
<i>Annono glabra</i>						73,1		28
<i>Myrcia</i> sp. DVC 253					32,7			20,2
<i>Tabebuia rosea</i>			2,6		18,8	28,9	1,7	22,8
<i>Neea</i> sp. DVC 306					19,5			11,9
<i>Malmea anomala</i>						16,3		6,6
<i>Crescentia cujete</i>					9,6			5,7
<i>Cassearia</i> aff. <i>aculeata</i>						9,9		3,7

Sintaxonomía

Las contribuciones de Delgadillo *et al.* (1992), Peinado *et al.* (1994, 1995), Reyes & Acosta (2003, 2007), se suman a las clásicas contribuciones de Cuatrecasas (1947, 1958a, 1958b) para ofrecer un marco detallado de la composición y ecología de los manglares en el continente americano, sin embargo la delimitación sintaxonómica de las diferentes unidades, en nuestro concepto no está clara y se presta a confusión en el proceso de tipificación. No es nuestra intención entrar a solucionar el asunto, razón por la cual en nuestro arreglo fitosociológico hemos incluido unidades muy antiguas como las mencionadas por

Cuatrecasas (1947, 1958a, 1958b) con excelentes descripciones de la ecología pero carentes de tablas de vegetación tal como lo estipula el código de nomenclatura fitosociológica (Weber *et al.* 2000). Estas unidades sin embargo, fueron aceptadas por otros investigadores como Borhidi & del Risco (in Borhidi 1991), y Reyes & Acosta (2003, 2007). De las contribuciones de Cuatrecasas (1958a, 1958b) surgieron nombres como *Rhizophorion occidentalis*; *Avicennion occidentalis* que posiblemente fueron utilizados al interpretar las descripciones originales que se referían al distrito occidental en la distribución de las especies de mangles. Según Cuatrecasas (1958a, 1958b) todos los manglares del

mundo constituirían “un gran orden de asociación”: *Rhizophoretalia* y en jerarquías menores menciono al *Rhizophorion* para incluir las sinecias definidas por cada especie de *Rhizophora*, por ejemplo, *Rhizophoretum manglis*. Las unidades propuestas a partir de la década del 90 por los fitosociólogos españoles que caracterizaron la vegetación halofita de Baja California siguen rigurosamente el código internacional de nomenclatura fitosociológica y en consecuencia hay nuevas unidades propuestas. Queda como una tarea para todos los interesados en la fitosociología de los manglares tratar de ordenar el tema.

Las asociaciones de mangles diferenciadas se lograron adscribir a dos órdenes *Rhizophoretalia* Cuatrecasas 1958 y a *Rhizophoro mangle-Laguncularietalia racemosae* Peinado *et al.* 1995, donde se incluye la alianza *Lagunculario racemosae-Rhizophorion manglis* Peinado *et al.* 1995 con las asociaciones *Lagunculario racemosae-Rhizophoretum manglis* Peinado *et al.* 1994, *Pelliciera rhizophorae-Rhizophoretum manglis* Cortés & Rangel *ass. nov.* y la asociación *Lagunculario racemosa-Conocarpodetum erecti* Peinado *et al.* 1995 que se transfiere a esta alianza por las razones expuestas previamente.

Los bosques estuarinos de la alianza *Fico dendrocidae-Rhizophorion manglis* *all. nov.* cuyas relaciones sintaxonómicas a nivel de clase y orden no se lograron definir, engloban a dos asociaciones, *Priorio copaiferae-Rhizophoretum manglis* y *Annono glabrae-Ficetum dendrocidae* en las cuales es notoria la dominancia de *Rhizophora mangle*, especie que por su plasticidad ecológica es capaz de ocupar espacios con diferentes condiciones de salinidad, inundación y sustrato.

Corología-Sinecología

Cuando se compara la composición florística de la alianza *Lagunculario racemosae-Rhizophorion manglis* con otros sintaxones similares mencionados para la cuenca Caribe, se observa que los manglares de Córdoba son florísticamente similares a comunidades reseñadas para Guayana Inglesa, Surinam (Lyndenman 1953), Venezuela (Medina & Barboza 2003), Cuba (Reyes & Acosta 2007), México (Delgadillo *et al.* 1992, Peinado *et al.* 1994; 1995) y Puerto Rico; quizá una de las principales diferencias es la presencia de *Pelliciera rhizophora* en los manglares de Córdoba.

Comunidades vegetales con composición florística similar a la de las asociaciones *Lagunculario racemosae-Rhizophoretum manglis* y *Rhizophoretum manglis* han sido mencionadas en otras localidades del Caribe colombiano como en el Golfo de Urabá-Antioquia (Corpourabá 2003), Ciénaga Grande de Santa Marta (Álvarez-León *et al.* 2004), Tayrona (Bastidas & Corredor 1977), Ciénaga (Cleef 1984) y Chengue-Magdalena (Sánchez-Páez *et al.* 1997), Barranquitos-Bolívar (Sánchez-Páez *et al.* 1997), La Caimanera-Sucre (Sánchez-Páez *et al.* 1997), Caño Tijó-Córdoba (Sánchez-Páez *et al.* 1997).

Comunidades con *Pelliciera rhizophora* en el Caribe solamente han sido mencionadas para los departamentos de Antioquia (CORPOURABA 2003), Magdalena (Prah 1990) y Córdoba (Olaya-H *et al.* 1991, Sánchez-Páez *et al.* 1997, Sánchez-Páez *et al.* 2005). Esta comunidad se encuentra mejor representada en la costa pacífica colombiana, donde está acompañada por *Rhizophora mangle*, *Pterocarpus officinalis* y *Mora megistosperma* (Rangel 2004).

Tabla 6. Resumen de las variables estructurales más importantes y registros de conductividad para cada una de las unidades de vegetación.

Unidad sintaxonomica	Estrato y cobertura	Altura	Cobertura	Diámetro	riqueza (# spp./m ²) estrato arbóreo	Conductividad (µs/cm)
<i>L. racemosae- R. manglis</i>	Todos los estratos. Mayor cobert. %: Ar: 57.2%, Ai: 35.4%	12 clases de frecuencia, todas presentan individuos. Altura mín.: 1 m Altura máx.: 20 m	12 clases de frecuencia, todos con individuos presentes. Cob mín.: 0.125 m ² Cob máx.: 70 m ²	Estructura en exponencial negativa irregular. 12 clases de frecuencias todas con individuos Diámetro mín.: 2.5 cm Diámetro máx.: 87 cm	1	Seco: 23 575 Lluvias: 11.3
<i>P. rhizophorae- R. manglis</i>	Todos los estratos. Mayor cobert. %: Ar: 57.6% Ai: 32.3%	10 clases de frecuencia, todas presentan individuos. Altura mín.: 1.5 m Altura máx.: 20 m	10 clases de frecuencia, una clase no presenta individuos Cob mín.: 0.125 m ² Cob máx.: 4.87 m ²	Estructura en exponencial negativa irregular. 10 clases de frecuencias todas con individuos Diámetro mín.: 2.5 cm Diámetro máx.: 50.9 cm	2	Seco: 25 000 Lluvias: 4.63
<i>L. racemosae- C. erecti</i>	Sin estrato herbáceo. Mayor cobert. %: Ar: 34.2% ar 9.5%	10 clases de frecuencia, todas presentan individuos. Altura mín.: 1 m Altura máx.: 14 m	10 clases de frecuencia, una clase no presenta individuos Cob mín.: 0.125 m ² Cob máx.: 21 m ²	Estructura en exponencial negativa irregular. 10 clases de frecuencias todas con individuos Diámetro mín.: 2.4 cm Diámetro máx.: 56.6 cm	2.1	Seco: 25 352 Lluvias: 14.79
<i>L. racemosae- R. manglis</i>	Todos los estratos. Mayor cobert. %: Ar: 53% Ai: 31%	9 clases de frecuencia, todas presentan individuos. Altura mín.: 2 m Altura máx.: 16 m	9 clases de frecuencia, todos con individuos presentes. Cob mín.: 0.5 m ² Cob máx.: 45 m ²	Estructura en exponencial negativa irregular. 9 clases de frecuencias todas con individuos Diámetro mín.: 2.5 cm Diámetro máx.: 82 cm	1.7	Seco: 21 425 Lluvias: 11.75
<i>R. manglis</i>	Sin estrato herbáceo. Mayor cobert. %: Ar: 52.6% Ai: 30.6%	12 clases de frecuencia, todas presentan individuos. Altura mín.: 2 m Altura máx.: 16 m	12 clases de frecuencia, todos con individuos presentes. Cob mín.: 0.5 m ² Cob máx.: 45 m ²	Estructura en exponencial negativa irregular. 12 clases de frecuencias todas con individuos Diámetro mín.: 2.5 cm Diámetro máx.: 82.2 cm	1	Seco: 23 100 Lluvias: 4.42
<i>F. dendrocidae- R. manglis</i>	Todos los estratos. Mayor cobert. %: Ar: 32.1% Ai: 19.9%	10 Clases de frecuencia, todas presentan individuos. Altura mín.: 1 m Altura máx.: 17 m	10 Clases de frecuencia, todos con individuos presentes. Cob mín.: 0.02 m ² Cob máx.: 4.9 m ²	Estructura en exponencial negativa irregular. 10 Clases de frecuencias una no presenta individuos Diámetro mín.: 2.5 cm Diámetro máx.: 70 cm	4	Seco: 8310 Lluvias: 0.15
<i>P. copaiferae- R. manglis.</i>	Todos los estratos. Mayor cobert. %: Ar: 40.1% Ai: 36.6%	12 Clases de frecuencia, todas presentan individuos. Altura mín.: 1.5 m Altura máx.: 17 m	12 Clases de frecuencia, todos con individuos presentes. Cob mín.: 0.02 m ² Cob máx.: 50 m ²	Estructura en exponencial negativa irregular. 12 Clases de frecuencias una no presenta individuos Diámetro mín.: 2.5 cm Diámetro máx.: 70 cm	5	Seco: 4830 Lluvias: 0.25
<i>A. glabrae-F. dendrocidae</i>	Sin estrato herbáceo. Mayor cobert. %: Ar: 22.8% Ab: 15.2%	9 Clases de frecuencia, todas presentan individuos. Altura mín.: 1 m Altura máx.: 12 m	9 Clases de frecuencia, una clase no presenta individuos Cob mín.: 0.045 m ² Cob máx.: 30 m ²	Estructura en exponencial negativa irregular. 9 Clases de frecuencias todas con individuos Diámetro mín.: 3.5 cm Diámetro máx.: 47.7 cm	6	Seco: 1289 Lluvias: 0.17

Bosques con predominio de *Conocarpus erectus* fueron mencionados para Antioquia (Corpourabá 2003) y Córdoba (Sánchez-Páez *et al.* 1997), aunque en los departamentos de Atlántico y La Guajira también hay registros de esta especie pero en densidades muy bajas.

En la Costa Pacífica colombiana, Rangel (2004) también señaló la presencia de manglares con dominancia de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Pelliciera rhizophora*.

No se conocen registros de asociaciones como *Prioria copaiferae-Rhizophoretum manglis* y *Annono glabrae-Ficetum dendrocidae*. Zuluaga (1987) reseñó la presencia de formaciones dominadas por *Prioria copaifera* que denominó *Prioretum copaiferae*, las cuales forman extensas selvas con elementos arborescentes de 30 m de altura en el área del P.N.N. Katios. En el departamento de Córdoba, Rangel *et al.* (2010) mencionaron la presencia de individuos de *P. copaifera* e igualmente describieron bosques en áreas no inundables alrededor de los complejos cenagosos, con dominancia de *Annona puniceifolia*, *Pithecellobium lanceolatum* y *Ficus dendrocidae*. En el departamento del Magdalena, Álvarez-León *et al.* (2004) caracterizaron bosques mixtos de ambientes pantanosos en la Ciénaga Grande de Santa Marta, cuya composición florística a nivel de género es similar a la reseñada para la alianza *Fico dendrocidae-Rhizophoretum manglis*. Estos resultados permiten considerar a la asociación *Annono glabrae-Ficetum dendrocidae* como una comunidad de transición entre los bosques altamente influenciados por las ciénagas (inclusive con influencia marina) y los bosques no inundables.

En general, la zonación obtenida para los bosques de mangle y estuarinos en la bahía de Cispatá, está relacionada con los ciclos de inundación por mareas o por crecientes de los cauces de la siguiente manera: hacia las zonas de litoral con influencia directa de las mareas, dominó *R. mangle*, que se puede anclar a suelos inestables por medio de sus raíces zanconas; después de ésta primera franja se encuentran *A. germinans* con *L. racemosa*, en suelos más estables. Hacia los sectores de la playa, lejos del embate directo de las olas se encuentra *Conocarpus erectus*. En sectores aledaños a canales de agua salobres se establece *Pelliciera rhizophora*. Siguiendo los canales y ciénagas en dirección al río, la composición florística cambia para dar lugar a los bosques inundables que se distribuyen como parches de vegetación rodeados de ciénagas de agua dulce o con baja influencia de las mareas, donde se distinguen *Ficus dendrocidae*, *Clathrotropis macrocarpa*, *Pioria copaifera*, *Neea* sp. (DVC 306) y *Myrcia* sp. (DVC 253) entre otras. Estos bosques que se pueden considerar como transicionales, presentan una fisionomía achaparrada y un dosel discontinuo posiblemente relacionado con el terreno inestable donde se encuentran.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad Nacional y a la División de Investigación de la sede Bogotá-DIB por el apoyo al proyecto: Valoración de la biodiversidad del Caribe colombiano: síntesis del conocimiento y servicios ambientales (captura de CO₂). A la comunidad de San Bernardo del Viento, especialmente al señor Jesús Espitia y familia por su colaboración y hospitalidad. A los doctores Heliodoro Sánchez (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia), Joel O. Reyes (Cuba) y otros dos revisores que con sus sugerencias y recomendaciones ayudaron a mejorar la presentación de este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ-L., R., E. CARBONÓ-D., W. TRONCOSO-O., O. CASAS-M. & P. REYES-F. 2004. La vegetación terrestre, eurihalina y dulceacuícula de la ecoregión Ciénaga Grande de Santa Marta. En: J. Garay, J. Restrepo, O. Casas, O. Solano & F. Newmark (eds). Los manglares de la Ecoregión Ciénaga Grande de Santa Marta: pasado, presente y futuro. INVEMAR – Serie de publicaciones especiales N°11: 77-96. Santa Marta.
- BASTIDAS, N. & H. CORREDOR. 1977. Contribución al estudio Fitosociológico del Parque Nacional Natural Tayrona (ensenadas de Chengue y parte este de Nenguange). Tesis de biólogos. Universidad Nacional de Colombia. 75 pp. (Mimeografiada).
- BORHIDI, A. 1991. Phytogeography and vegetation ecology of Cuba. Akadémiai Kiado, Budapest, 857 pp.
- BOTERO, L. & J.E. MANCERA. 1996. Síntesis de los cambios de origen antropico ocurridos en los últimos 40 años en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 20 (78): 465-474.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones, Madrid.
- CHOUDHURY, J. K. 1996. Mangrove Forest Management. Mangrove Rehabilitation and Management Project in Sulawesi. 297 pp.
- CLEEF, A.M. 1984. Synopsis of the coastal vegetation of the Santa Marta area: 423-440. In: T. van der Hammen & P.M. Ruíz. (eds). La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia), transecto Buritaca - La Cumbre. Studies on Tropical Andean Ecosystems 2. J. Cramer, Berlin - Stuttgart.
- CORPOURABA. 2003. Caracterización y zonificación de los manglares del Golfo de Urabá, Departamento de Antioquia. Proyecto zonificación y ordenación de los manglares de Urabá, Antioquia. Corpouraba. Ministerio de Medio Ambiente. Apartadó.
- CORTÉS-S., D.V. 2011. Los bosques de mangle en un gradiente de salinidad en la bahía de cispatá, departamento de Córdoba-Colombia. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.
- COTTAM, G. & J.T. CURTIS. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology 37(2): 451-460.
- CUATRECASAS, J. 1947. Vistazo a la vegetación natural del Bajo Calima. Rev. Ac. Col. Cienc. Ex. Fis & Nat. 7: 306-312.
- CUATRECASAS, J. 1958a. Introducción al estudio de los manglares. Bol. Soc. Bot. México 23: 84-98.
- CUATRECASAS, J. 1958b. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Rev. Ac. Col. Cienc. Ex. Fis & Nat. 10(40): 221-268.
- DELGADILLO, J. M. PEINADO, J. MARTÍNEZ, F. ALCARAZ & A. DE LA TORRE. 1992. Análisis fitosociológico de los saladares y manglares de Baja California, México. Acta Botánica Mexicana 19: 1-35. México.
- IZCO, J. & M. DEL ARCO. 2003. (Traducción oficial). Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica. Universidad de la Laguna. 155 pp. España.
- KATHIRESAN, K. 2005. Mangrove Ecosystems: Distribution of mangroves. En: K. Kathiresan & S.Z. Quasim (eds). Biodiversity of mangroves: 92-101. Hindustan publications.
- LINDEMAN, J. C. 1953. The vegetation of the coastal region of Suriname. Drukkerij en Uitg.-Mij. v/h Kemink. 137p. Thesis of Ph.d. Utrecht.
- MEDINA, E. & F. BARBOZA. 2003. Manglares del sistema del lago de Maracaibo: Caracterización fisiográfica y ecológica. Ecotrópicos 16(2):75-82.
- MONROY-C., O. 2000. Estado de los manglares en Colombia. En: Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia. INVEMAR. pp. 48-69
- OLAYA-H., H., C. MARTÍNEZ, D. LEGUIZAMO & F. PINEDA. 1991. Los bosques de mangle del antiguo delta del río Sinú (Córdoba-Colombia). Estudio de la vegetación y el

- aprovechamiento. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge, 30 pp. Montería (Informe interno).
- PALACIOS, L. 2011. Cambios paleoambientales en el sistema estuárico bahía de Cispatá (Caribe colombiano) durante el Holoceno tardío. Tesis de Magister. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, D.C.
- PEINADO, M., A. HENARES, F. ALCARAZ & J. DELGADILLO. 1995. Syntaxonomy of some halophilous communities of North and Central America. *Phytocoenologia* 25(1): 23-31.
- PEINADO, M., F. ALCARAZ, J. DELGADILLO, M. DE LA CRUZ, J. ÁLVAREZ & J.L. AGUIRRE. 1994. The coastal salt marshes of California and Baja California. *Vegetatio* 110: 55-66.
- PRAHL, H. C. 1990. *Manglares*. Villegas Editores, 200 pp. Bogotá, D.C.
- RANGEL-CH., J.O. & G. LOZANO. 1986. Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el volcán de Puracé. *Caldasia* 14 (68-70): 503-547.
- RANGEL-CH., J.O. & A. VELÁSQUEZ. 1997. Métodos de estudios de la vegetación. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.) *Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia*: 59-87. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C.
- RANGEL-CH., J.O. 2004. La vegetación del Chocó biogeográfico de Colombia y zonas cordilleranas aledañas-Síntesis. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.) *Colombia Diversidad Biótica IV. El Chocó Biogeográfico-Costa Pacífica*: 769-815. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C.
- RANGEL-CH., J.O., A. AVELLA-M. & H. GARAY-P. 2009. Caracterización florística y estructural de los relictos boscosos del sur del departamento del Cesar. En: J.O. Rangel-Ch (ed.) *Colombia Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la Serranía del Perijá*: 365-392. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia-Corpoquesar. Bogotá, D.C.
- RANGEL-CH., J.O. & H. ARELLANO. 2010. Clima. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.) *Colombia Diversidad Biótica IX. Ciénagas de Córdoba: Biodiversidad, ecología y manejo ambiental*: 1-14. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia-CVS. Bogotá, D.C.
- RANGEL-CH., J.O., H. GARAY-P & A. AVELLA-M. 2010. Bosques húmedos y secos circundantes a los complejos de humedales (ciénagas), en el departamento de Córdoba. En: J.O. Rangel-Ch (ed.) *Colombia Diversidad Biótica IX. Ciénagas de Córdoba: Biodiversidad, ecología y manejo ambiental*: 207-323. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia-CVS. Bogotá, D.C.
- REYES, O.J. & F. ACOSTA. 2003. Fitocenosis presentes en las áreas costeras del Sur de la Sierra Maestra, Cuba I. Comunidades con influencia marina. *Foresta Veracruzana* 5(2): 1-7.
- REYES, O.J. & F. ACOSTA. 2007. Principales fitocenosis en el humedal del delta del río Cauto, Cuba oriental. II. Herbazal halófito y manglares. *Foresta Veracruzana* 9(2): 1-7.
- RIVERA-DÍAZ, O. 2010. Flora. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.) *Colombia Diversidad Biótica IX. Ciénagas de Córdoba: Biodiversidad, ecología y manejo ambiental*: 121-136. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia-CVS. Bogotá D.C.
- RIVERA-MONROY, V., R. TWILLEY, E. MANCERA, A. ALCANTARA-E., E. CASTAÑEDA-M., O. CASAS-M., P. REYES, J. RESTREPO, L. PERDOMO, E. CAMPOS, G. COTES & E. VILORIA. 2006. Aventuras y desventuras en Macondo: rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Ecotropicos* 19(2): 72-93.
- SÁNCHEZ-P., H., R. ÁLVAREZ-L., F. PINTO-N., A. SÁNCHEZ-A., J.C. RENJIFO, I. GARCÍA-H. & M.T. ACOSTA-P. 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe Colombiano. Ministerio del Medio Ambiente, OIMT. 511 pp. Bogotá D.C.

- SÁNCHEZ-P., H., G. ULLOA-D. & R. ÁLVAREZ-L. 2000a. Lineamientos estratégicos para la conservación y uso sostenible de los manglares de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE, OIMT. 290 pp. Bogotá. D.C.
- SÁNCHEZ-P., H., G. ULLOA-D. & R. ÁLVAREZ-L. 2000b. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE, OIMT. 290 pp. Bogotá D.C.
- SÁNCHEZ-P., H., G. ULLOA-D. & H. TAVERA-E. 2004. Manejo integral de manglares por comunidades locales. Caribe de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, CONIF, OIMT. 335 pp. Bogotá D.C.
- SÁNCHEZ-P., H., G. ULLOA-D., H. TAVERA-E & W. GIL-T. 2005. Plan de manejo integral de los manglares de la zona de usos sostenible del sector estuarino de la Bahía de Cispatá. Departamento de Córdoba-Colombia. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS), Corporación Nacional de Investigaciones y fomento forestal, OIMT. 202 pp. Bogotá D.C.
- ULLOA, G., H. SÁNCHEZ-P., W. GIL-T., J.C. RENJIFO, H. RODRÍGUEZ & R. ÁLVAREZ-L. 1998. Conservación y Uso sostenible de los manglares del Caribe colombiano. Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE, OIMT. 224 pp. Bogotá D.C.
- WALSH, G. E. 1974 Mangroves: A review. In: R.J. Reinhold & W.H. Queen (eds). Ecology of Halophytes: 51-174. Academic Press. Nueva York.
- WEBER, H.E., J. MORAVEC & J.P. THEURILLAT. 2000. International code of phytosociological nomenclature. 3rd edition. Journal of Vegetation Science 11: 739-768.
- WEST, R.C. 1956. Mangrove Swamps of the Pacific Coast of Colombia. Annals of the Association of American Geographers 46(1): 98-121.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. & A. L. LARA-DOMÍNGUEZ. 1999. Los manglares de América Latina en la encrucijada, p. 9-16. En: A. Yáñez-Arancibia y A. L. Lara-Domínquez (eds). Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD 380 p. USA.
- ZULUAGA, S., 1987. Observaciones fitoecológicas en el Darién colombiano. Pérez-Arbelaezia 1 (4-5): 85-145.

Recibido: 14/11/2010

Aceptado: 01/06/2011